

51

Int. Cl.:

G 01 I, 1/22

Byl

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 42 k, 7/05

10

11

21

22

43

Offenlegungsschrift 2 118 305

Aktenzeichen: P 21 18 305.1

Anmeldetag: 15. April 1971

Offenlegungstag: 11. November 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: 22. April 1970

33

Land: Japan

31

Aktenzeichen: 33832-70

54

Bezeichnung: Lastmeßvorrichtung

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Kyowa Electronic Instruments Co., Ltd., Tokio

Vertreter gem. § 16 PatG: Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dr.-Ing.;
Stockmair, W., Dr.-Ing.; Fischer, W., Dipl.-Chem.; Patentanwälte,
8000 München und 8120 Weilheim

72

Als Erfinder benannt: Watanabe, Osamu; Maihata, Toshio; Tokio

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 2118305

BEST AVAILABLE COPY

10.71 109 846/1217

10/70

DIPL.-ING. A. GRÜNECKER
DR.-ING. H. KINKELDEY
DR.-ING. W. STOCKMAIR, Ae. E. (GAUF. INST. OF TECHN.)
PATENTANWÄLTE

8000 MÜNCHEN 22
Maximilianstraße 43
Telefon 2971 00/27 67 44
Telegramme Monopat München
Telex 05-28380

2118305

PH 3859 - Be

=====

8. April 1971

KYOWA ELECTRONIC INSTRUMENTS CO., LTD.

No. 1219, Shimofuda-Machi, Chofu City, Tokyo, Japan

Lastmeßvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine temperaturkompensierte Lastmeßvorrichtung.

Es ist bekannt, eine auf ein Halte- oder Tragorgan, z.B. einen Ständer oder Träger, wirkende Last dadurch zu messen, daß mit Hilfe von Dehnungsmessern die von der

109846/1217

aufgelegten Last hervorgerufene Verformung bestimmt wird. Wenn bei einer derartigen Lastmessung das Tragorgan einer nur von einer Seite kommenden Wärmestrahlung ausgesetzt ist, z.B. der Sonnenbestrahlung, können in dem Halte- oder Tragorgan Temperaturunterschiede auftreten, die zu mechanischen Spannungen führen und daher in die Lastmessung einen Fehler einführen.

Es ist beispielsweise bekannt, auf dem Mast eines Kranwagens eine Dehnungsmesser-Anordnung zu montieren und mit deren Hilfe die Verformung zu messen, die von der auf den Mast ausgeübten Last an dem Mast hervorgerufen wird, und damit diese Last selbst zu bestimmen. Ein Kranwagen wird im allgemeinen im Freien verwendet. Bei gutem Wetter wird dann der Mast des Kranwagens direkt von der Sonne bestrahlt, während die entgegengesetzte Seite des Mastes im Schatten liegen kann und nicht durch diese direkte Bestrahlung erwärmt wird. Infolgedessen ist zwischen der durch direkte Bestrahlung erwärmten Seite und der im Schatten liegenden Seite ein Temperaturunterschied vorhanden, der in dem Mast zu einer Wärmeverformung führt, die sich der lastbedingten Verformung überlagert. Mit den üblichen Dehnungsmessern kann die auf diese Wärmespannung zurückzuführende Verformung nicht von der lastbedingten Verformung unterschieden werden.

Ein wichtiges Ziel der Erfindung besteht in der Schaffung einer Lastmeßvorrichtung mit automatischer Temperaturkompensation bzw. automatischem Ausgleich von auf Wärmespannungen zurückzuführenden Fehlern, so daß

109846/1217

eine genaue Messung der Last gewährleistet ist, insbesondere in der Schaffung einer Lastmeßvorrichtung mit einer Einrichtung zur Kompensation von wärmespannungsbedingten Abweichungen bzw. Fehlern derart, daß die Wirkungen von aus der Umgebung stammenden Wärmestrahlungen beseitigt und die aufgelegte Last genau gemessen wird.

Die erfindungsgemäße Lastmeßvorrichtung ist gekennzeichnet durch Dehnungsmesser, die an verschiedenen, unter der Wirkung der Last auf Zug und Druck beanspruchten Flächen des Tragorgans anbringbar und in einer Brückenschaltung angeordnet sind, ferner durch eine Spannungsquelle zum Anlegen einer Meßspannung an die Brückenschaltung und durch Temperaturfühler, die auf denselben Flächen des Tragorgans anbringbar sind wie die Dehnungsmesser und die derart mit der Brückenschaltung verbunden sind, daß der Ausgang der Temperaturfühler dem lastabhängigen Ausgang der Brückenschaltung in einem Maße entgegenwirkt, das einer durch Wärmebestrahlung eines Teils des Tragorgans hervorgerufenen Wärmeverformung entspricht, so daß der Ausgang der Lastmeßvorrichtung nur von der auf das Tragorgan wirkenden Last abhängig ist.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnung. In dieser zeigt:

Fig. 1A, 1B
und 1C

je eine schematisierte Seiten- Unter-
bzw. Stirnansicht einer erfindungsge-
mäßigen Lastmeßvorrichtung,

109846/1217

Fig. 2 ein elektrisches Schaltschema der Lastmeß-
vorrichtung,

Fig. 3 ein Schema einer abgeänderten elektrischen
Schaltung für die erfindungsgemäße Vorrich-
tung,

Fig. 4A
bis 4E verschiedene schematisierte Ansichten abge-
wandelter Ausführungsformen der erfindungs-
gemäßen Vorrichtung,

Fig. 5 ein Schaltschema ähnlich Fig. 2, mit einer
wechselstromgespeisten Schaltung für die
Lastmeßvorrichtung,

Fig. 6A
bis 6C verschiedene schematisierte Ansichten einer
weiteren Ausführungsform der Erfindung mit
Thermoelementen als Temperaturfühlern und

Fig. 7 ein elektrisches Schaltschema der Vorrich-
tung nach Fig. 6A bis 6C.

In allen Zeichnungen sind gleiche bzw. gleichartige
Teile mit jeweils denselben Bezugszeichen bzw. -zahlen ver-
sehen.

In der Ausführungsform nach Fig. 1A bis 1C ist an einer
ortsfesten Konstruktion 2 ein Tragorgan 1 befestigt, das in

109846/1217

ORIGINAL INSPECTED

dieser Ausführungsform aus einem horizontalen Träger oder Kragarm besteht, der am einen Ende festgelegt ist, während das andere Ende frei beweglich ist. Legt man auf das freie Ende des Tragorgans 1 eine vertikal abwärtswirkende Last F auf, so wird die obere Fläche des Tragorgans 1 gedehnt und seine untere Fläche zusammengedrückt. Auf der oberen Fläche des Tragorgans 1 sind Dehnungsmesser 61, 63 zum Messen der Dehnung und auf der unteren Fläche des Tragorgans sind Dehnungsmesser G_2 , G_4 zum Messen der Kompression angebracht. Bei belastetem Kragarm wird der elektrische Widerstandswert jedes Dehnungsmessers gegenüber dem Wert R_0 des Widerstandes im unbelasteten Zustand verändert. Der Betrag dieser Veränderung der elektrischen Widerstandswerte, der Dehnungsmesser steht zu dem Betrag der Last in einer Beziehung. Man kann daher durch Messen der Veränderung der Widerstandswerte gegenüber dem Wert R_0 für den unbelasteten Zustand den Betrag der Last F in an sich bekannter Weise bestimmen.

Es sei angenommen, daß die obere Fläche des Tragorgans 1 von einer Wärmequelle S , z.B. der Sonne, Wärmestrahlen empfängt, die in Fig. 1B durch Pfeile dargestellt sind, so daß die obere Fläche des Traggliedes 1 eine höhere Temperatur annimmt als seine im Schatten liegende und von den Wärmestrahlen von der Quelle S nicht direkt erreichte untere Fläche. Der Temperaturunterschied zwischen der oberen und der unteren Fläche des Traggliedes 1 wirkt sich unmittelbar auf die Dehnungsmesser G_1 , G_3 bzw. G_2 , G_4 aus. Die Unterschiede zwischen den Temperatureinwirkungen auf verschiedene Dehnungsmesser führen daher bei der Bestimmung der Last nach dem bekannten Verfahren zu einem beträchtlichen Fehler.

109846/1217

Erfindungsgemäß sind nun auf der oberen und der unteren Fläche des Tragorgans 1 Temperaturfühler GT_1 bzw. GT_2 angeordnet. Die Temperaturfühler GT_1 und GT_2 können gemäß Fig. 1A bis 1C aus temperaturabhängigen Widerständen oder gemäß Fig. 6A bis 6C aus Thermoelementen bestehen.

Man kann für die Temperaturen und Verformungen der oberen und unteren Fläche des Traggliedes 1 folgende Symbole verwenden:

T_1	Temperatur der oberen Fläche des Tragorgans 1,
T_2	Temperatur der unteren Fläche des Tragorgans 1,
$+ \varepsilon_F$	durch die Last F bewirkte, mechanische Verformung der oberen Fläche des Tragorgans 1,
$- \varepsilon_F$	durch die Last F bewirkte, mechanische Verformung der unteren Fläche des Tragorgans 1,
$+ \varepsilon_T$	durch den Temperaturunterschied ($T_1 - T_2$) bewirkte Wärmeverformung der unteren Fläche des Tragorgans 1 und
$- \varepsilon_T$	durch den Temperaturunterschied ($T_1 - T_2$) bewirkte Wärmeverformung der oberen Fläche des Tragorgans 1.

109846/1217

In der vorstehenden Darstellung ist die Wärmeverformung zu der freien Wärmedehnung gegensinnig, d.h., daß unter den angegebenen Bedingungen die freie Wärmedehnung behindert wird. Zwischen der Wärmeverformung und dem Temperaturunterschied besteht folgende Beziehung:

$$(1) \quad \varepsilon_T = K_1 \cdot (T_1 - T_2).$$

Dabei ist K_1 eine Proportionalitätskonstante.

Wenn die Dehnungsmesser G_1 , G_2 , G_3 und G_4 eine Brückenschaltung bilden, an die eine Gleichspannung E_1 angelegt wird, ist die Ausgangsspannung e_1 der Brückenschaltung der resultierenden Verformung proportional, die aus der mechanischen und der Wärmeverformung resultiert. Daher ist

$$\begin{aligned} (2) \quad e_1 &= 4 \cdot K_S \cdot E_1 \cdot (\varepsilon_F - \varepsilon_T) \\ &= 4 \cdot K_S \cdot E_1 \cdot \varepsilon_F - 4 \cdot K_S \cdot E_1 \cdot K_1 \cdot (T_1 - T_2). \end{aligned}$$

Dabei ist K_S eine Proportionalitätskonstante des Dehnungsmessers.

Die Temperaturfühler GT_1 , GT_2 bilden mit einem Festwiderstand R eine weitere Brückenschaltung, die in der unteren Hälfte in Fig. 2 gezeigt ist. Wenn über einen Abgleichwiderstand r an die zweite Brückenschaltung eine Gleichspannung E_2 angelegt wird, ist die Ausgangsspannung e_2 der zweiten Brückenschaltung dem Temperaturunterschied $(T_1 - T_2)$ proportional. Daher ist

$$(3) \quad e_2 = K_2 \cdot E_2 \cdot (T_1 - T_2).$$

Dabei ist K_2 eine Proportionalitätskonstante, die von dem Temperaturbeiwert des elektrischen Widerstandes der Temperaturfühler GT_1 , GT_2 und den Widerstandswerten der Widerstände R , r abhängig ist.

Wenn die Ausgangsspannungen der beiden Brückenschaltungen gemäß Fig. 2 hintereinandergeschaltet sind, hat die Gesamt-Ausgangsspannung e folgenden Betrag:

$$(4) \quad e = e_1 + e_2$$

$$= 4K_S \cdot E_1 \cdot \epsilon_F - 4K_S \cdot E_1 \cdot K_1 \cdot (T_1 - T_2) + K_2 \cdot E_2 \cdot (T_1 - T_2).$$

Ist die Summe des zweiten und dritten Gliedes bzw. Terms auf der rechten Seite der vorstehenden Gleichung gleich Null, so ist die Gesamt-Ausgangsspannung e von der Wärmespannung unabhängig. Die Ausgangsspannung e ist daher dann im wesentlichen temperaturunabhängig, wenn nachstehende Bedingung erfüllt ist:

$$(5) \quad 4K_S \cdot E_1 \cdot K_1 = K_2 \cdot E_2$$

bzw.

$$(5') \quad K_2 = 4K_S \cdot \frac{E_1}{E_2} \cdot K_1.$$

Durch die Wahl des Temperaturbeiwertes der elektrischen Widerstandswerte der Temperaturfühler GT_1 , GT_2 und der Widerstandswerte der Widerstände R , r kann man die Konstante K_2 beliebig festlegen. Man kann auch das Spannungsverhältnis E_1 zu

109846/1217

E_2 im wesentlichen nach Belieben wählen. Der Wert der Proportionalitätskonstante K_1 ist von der Form sowie dem Material des Tragorgans abhängig und kann durch Versuche bestimmt werden. Man kann daher die Beziehung (5') leicht realisieren. Dann ist die Gesamt-Ausgangsspannung e der Schaltung nach Fig. 2 durch folgende Beziehung gegeben:

$$(6) \quad e = 4K_S \cdot E_1 \cdot \epsilon_F.$$

Man erkennt aus dieser Gleichung (6), daß die Gesamt-Ausgangsspannung e von der Temperatur sowie der Wärmeverformung unabhängig und nur von der Last F abhängig ist.

Die Ausführungsform nach Fig. 3 ist dadurch vereinfacht, daß die beiden Brückenschaltungen nach Fig. 2 zu einer einzigen Brückenschaltung vereinigt sind. Die Schaltung nach Fig. 3 arbeitet nach denselben Prinzipien wie die nach Fig. 2. Die Abgleichwiderstände r sind gemäß Fig. 3 je einem der Temperaturfühler GT_1 und GT_2 parallelgeschaltet, so daß der scheinbare Temperaturbeiwert des elektrischen Widerstandswertes jedes Temperaturfühlers durch Veränderung der Widerstandswerte der Widerstände r eingestellt werden kann. Man kann daher die unterschiedlichen Einwirkungen der von außen kommenden Wärmestrahlung beseitigen und die Last genau messen.

Fig. 4A bis 4E zeigen verschiedene Anordnungen von Dehnungsmessern aufgrund derselben Funktionsprinzipien, wie sie bei Fig. 1 zur Anwendung gelangen. Die Anordnung nach Fig. 4A bis 4C ist vor allem für die Messung einer Last geeignet, die

zu einem Biegemoment führt; die Anordnung nach Fig. 4D und 4E eignet sich besonders zum Messen einer Last, die zu einer Druck- und Zugbeanspruchung führt.

In den vorhergehenden Ausführungsformen der Erfindung wird an die von den Dehnungsmessern gebildete Brückenschaltung eine Gleichspannung angelegt, z.B. von einer Trockenbatterie. Die Erfindung ist aber nicht auf eine derartige Speisung mit Gleichstrom eingeschränkt. Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, in denen von Dehnungsmessern und Temperaturfühlern gebildete Brückenschaltungen von dem Ausgang eines Oszillators 15 gespeist werden. Man kann den Oszillator 15 derart steuern, daß die Frequenz der an die Brückenschaltungen angelegten Wechselspannung im wesentlichen konstant bleibt. Die Last wird mittels eines Meßinstruments 14 angezeigt. Gemäß Fig. 5 wird der Ausgang der Brückenschaltungen in einem Wechselstromverstärker 10 verstärkt und dann in einem Phasendiskriminator 11 gleichgerichtet. Das gleichgerichtete Signal wird in einem Filter 12 geglättet und in einem Gleichstromverstärker 13 auf einen zum Aussteuern des Meßinstruments 14 geeigneten Wert verstärkt.

Fig. 6A bis 6C zeigen noch eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lastmeßvorrichtung. Darin werden anstelle der in Fig. 1A bis 1C benutzten Temperaturfühler GT_1 , GT_2 Thermolemente verwendet. In der in Fig. 7 gezeigten Schaltung, die aus den in Fig. 6A bis 6C gezeigten Schaltungselementen besteht, ist in der von den Dehnungsmessern G_1 , G_2

109840/1217

G_3 und G_4 gebildeten Brückenschaltung ein Abgleichwiderstand eingeschaltet, der dieselbe Abgleichfunktion hat wie die Abgleichwiderstände, die in Fig. 2 mit den Temperaturfühlern GT_1 und GT_2 verbunden sind.

Die Erfindung schafft somit z.B. für einen im Freien verwendeten Kranwagen eine Lastmeßvorrichtung zum genauen Messen der Last, wobei die Wirkungen von Temperaturunterschieden und von Wärmespannungen, die auf eine nur einseitige Wärmebestrahlung des die Last aufnehmenden Traggliedes zurückzuführen sind, auf das Meßergebnis vollständig beseitigt werden.

Vorstehend wurde die Erfindung im Zusammenhang mit einem Tragorgan in Form eines Trägers bzw. Kragarms erläutert, doch ist die Erfindung auf eine derartige Anwendung nicht eingeschränkt.

Man kann den Grundgedanken der Erfindung auch auf eine scheibenförmige Membran anwenden, insbesondere wenn diese zum Messen eines Explosionsdruckes herangezogen wird. Dabei werden auf der einen Fläche der Membran Dehnungsmesser angebracht, wie sie in Fig. 1 mit G_1 und G_3 bezeichnet wird, sowie der eine Temperaturfühler GT_1 ; auf einer anderen Fläche der Membran wird eine andere Gruppe von Dehnungsmessern G_2 und G_4 sowie der Temperaturfühler GT_2 befestigt. Eine derart ausgebildete Druckmeßvorrichtung eignet sich sehr gut zum richtigen Anzeigen des Druckunterschiedes zwischen den beiden Flächen, selbst bei einem hohen Temperaturunterschied, z.B. zwischen einer Explosionstemperatur und der normalen Temperatur.

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Temperaturkompensierte Lastmeßvorrichtung, gekennzeichnet durch Dehnungsmesser (G_1, G_2, G_3, G_4), die an verschiedenen, unter der Wirkung der Last (F) auf Zug und Druck beanspruchten Flächen des Tragorgans (1) anbringbar und in einer Brückenschaltung angeordnet sind, ferner durch eine Spannungsquelle (E_1 ; 15) zum Anlegen einer Meßspannung (z.B. E_2) an die Brückenschaltung (G_1, G_2, G_3, G_4) und durch Temperaturfühler (GT_1, GT_2), die auf denselben Flächen des Tragorgans (1) anbringbar sind wie die Dehnungsmesser (G_1, G_2, G_3, G_4) und die derart mit der Brückenschaltung (G_1, G_2, G_3, G_4) verbunden sind, daß der Ausgang der Temperaturfühler (GT_1, GT_2) dem lastabhängigen Ausgang der Brückenschaltung (G_1, G_2, G_3, G_4) in einem Maße entgegenwirkt, das einer durch Wärmebestrahlung eines Teils des Tragorgans (1) hervorgerufenen Wärmeverformung entspricht, so daß der Ausgang der Lastmeßvorrichtung nur von der auf das Tragorgan (1) wirkenden Last abhängig ist.

2. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, mit Festwiderständen, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturfühler (GT_1, GT_2) und die Festwiderstände

109846/1217

(R) eine zweite Brückenschaltung bilden, deren Ausgang mit dem Ausgang der die Dehungsmeßer (G_1, G_2, G_3, G_4) enthaltenden, ersten Brückenschaltung in Reihe geschaltet ist (Fig. 2).

3. Meßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperaturfühler (GT_1, GT_2) in der Brückenschaltung mit den Dehungsmeßern (G_1, G_2, G_3, G_4) in Reihe geschaltet sind.

4. Meßvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Temperaturfühlern (GT_1, GT_2) je ein Abgleichwiderstand (r) parallelgeschaltet ist (Fig. 3).

5. Meßvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Wechselstromquelle (15) zum Speisen der Brückenschaltung (G_1, G_2, G_3, G_4) und einen Gleichrichter (11) zum Gleichrichten des Ausganges der Brückenschaltung (G_1, G_2, G_3, G_4).

6. Meßvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Tragorgan (1) der Mast eines im Freien verwendeten Kranwagens ist.

109846/1217

7. Meßvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Temperaturfühler (GT_1 , GT_2) Widerstände sind, deren Widerstandswerte verhältnismäßig stark von Veränderungen der Umgebungstemperatur abhängig sind.

8. Meßvorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Temperaturfühler (GT_1 , GT_2) aus Thermoelementen bestehen.

109846/1217

^B
Leerseite

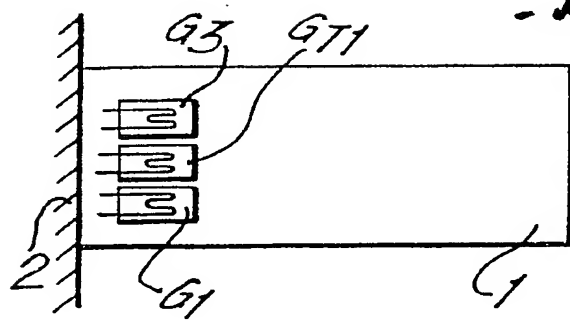


Fig. 1A.

Fig. 1B.

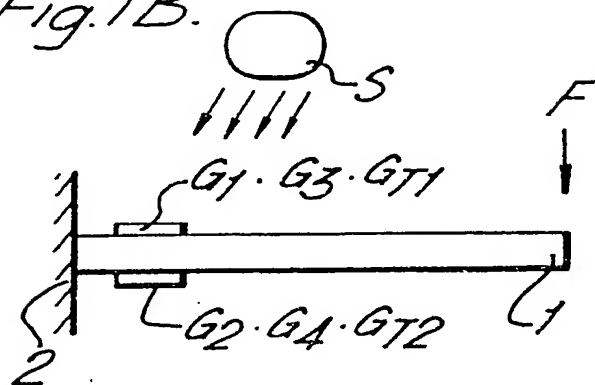


Fig. 1C.

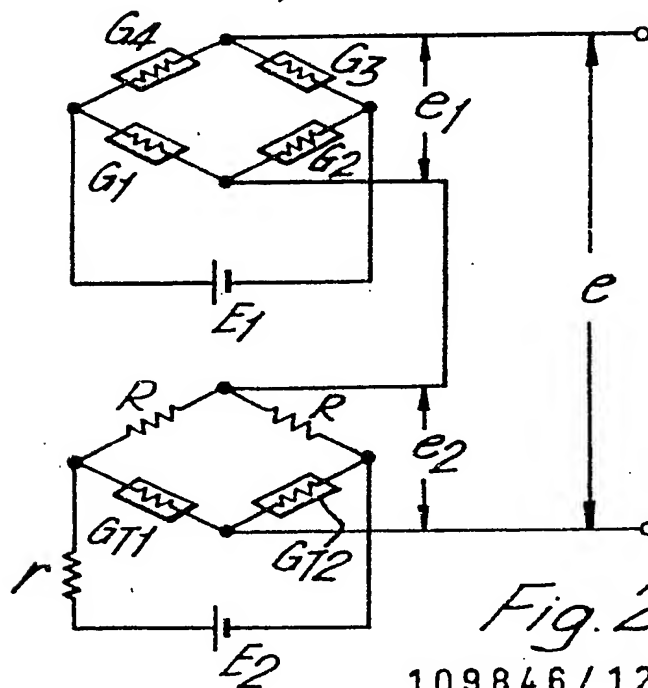
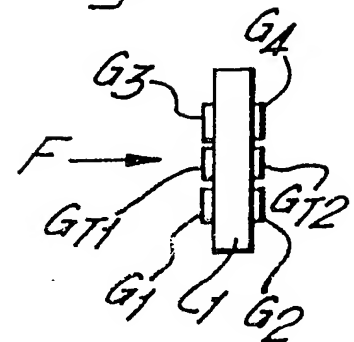


Fig. 2.

109846/1217

-16-

Fig. 3.

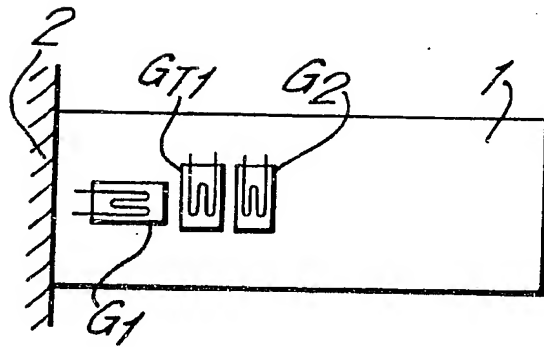
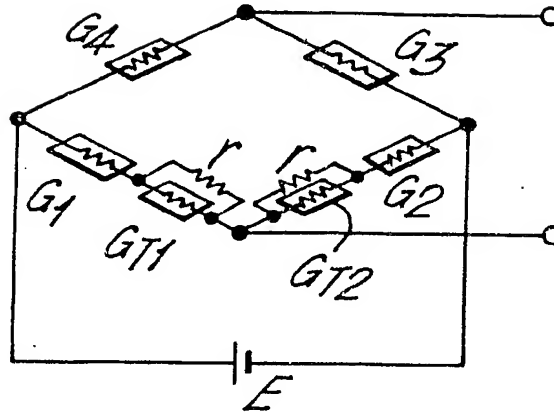


Fig. 4A.

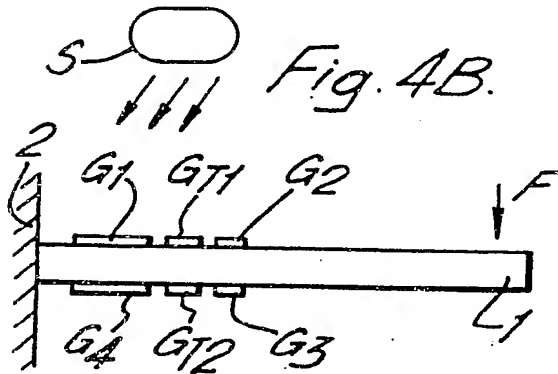


Fig. 4B.

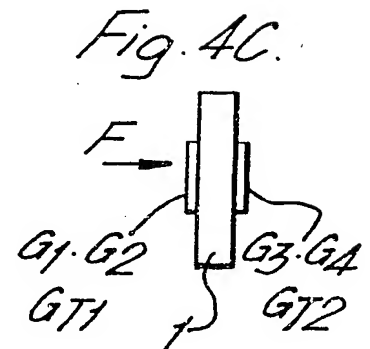


Fig. 4C.

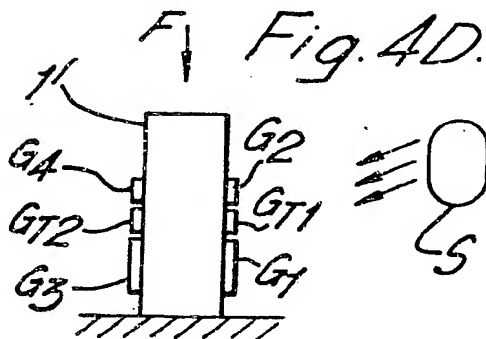


Fig. 4D.

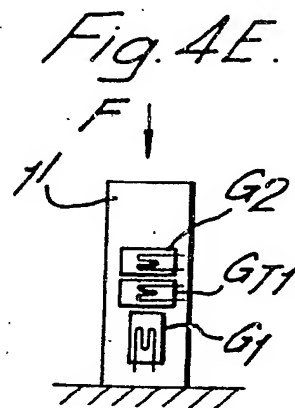
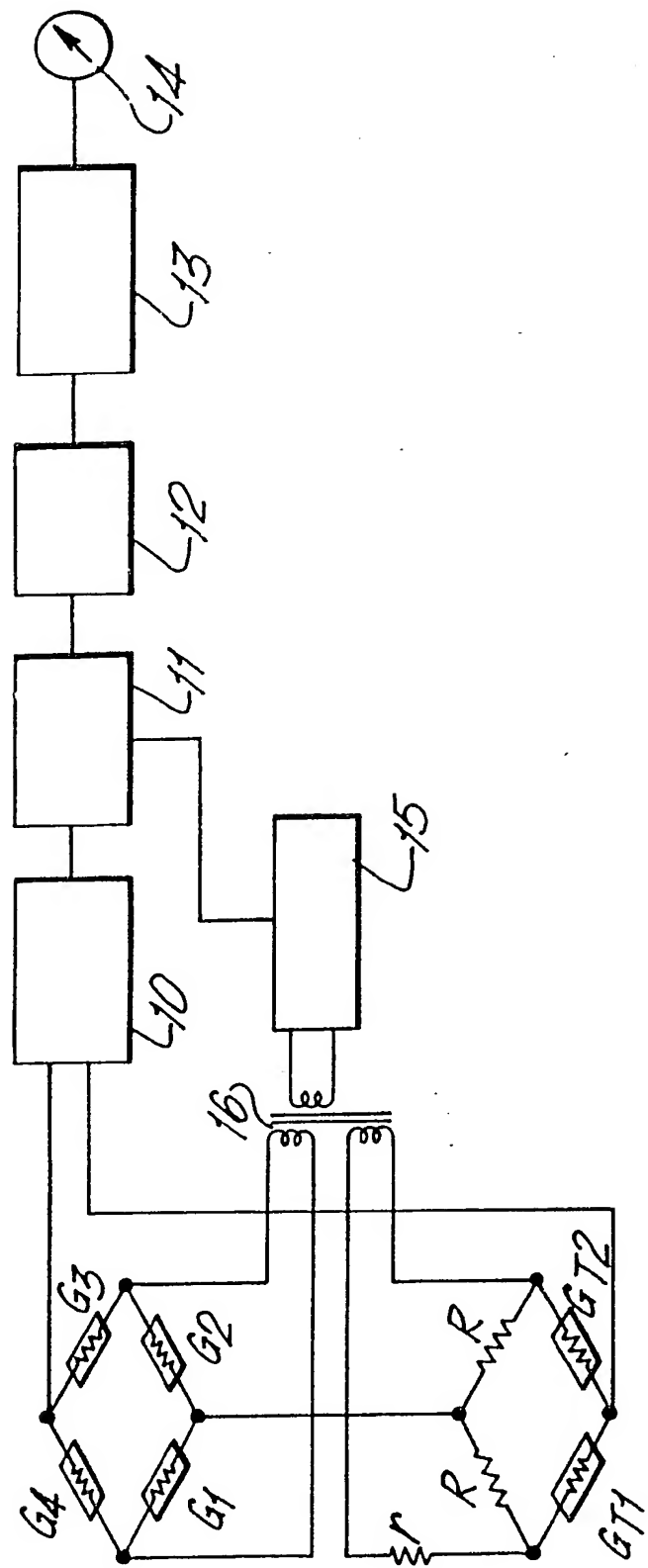


Fig. 4E.

109846/1217

- 17 -

Fig. 5.



109846/1217

. A.

2118305

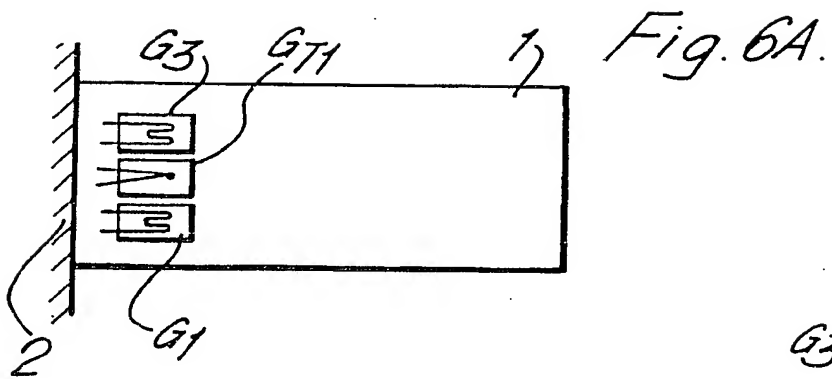


Fig. 6B.

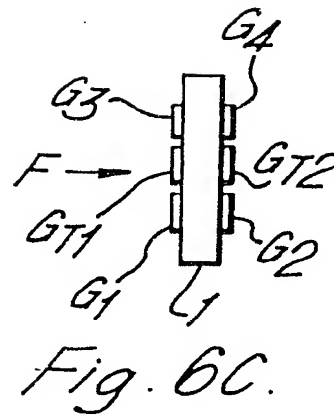
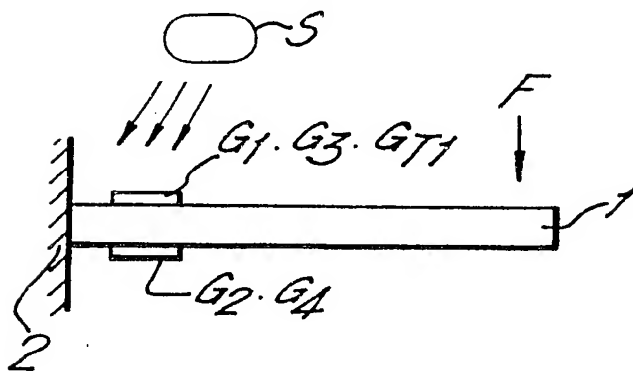
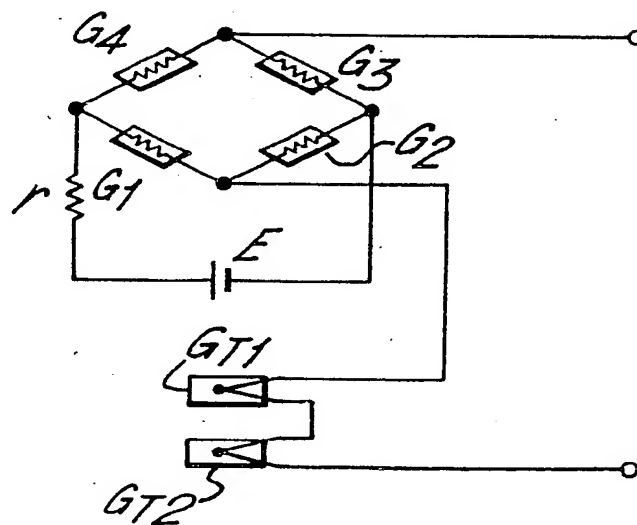


Fig. 7.



109846/1217

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ ~~FADED~~ TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)